

Requested Patent: JP10050909A

Title: BOILING COOLER ;

Abstracted Patent: JP10050909 ;

Publication Date: 1998-02-20 ;

Inventor(s): OSAKABE HIROYUKI; KAWAGUCHI SEIJI ;

Applicant(s): DENSO CORP ;

Application Number: JP19960201492 19960731 ;

Priority Number(s): ;

IPC Classification: H01L23/427 ;

Equivalents:

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently cool heating bodies disposed vertically at the top and bottom of a coolant tank. **SOLUTION:** The cooler comprises a steam passage 9 for housing a coolant to be boiled and evaporated by heat from an IGBT module 2, radiator 4 for cooling the coolant to condense and liquefy it and condensate passage 10 having a lower passage 38 communicating with the passage 9 to return the liquefied coolant to the passage 9 through the passage 38. It has an upper guide passage 301a for communicating the passage 9 with the passage 10 and medium guide passage having a narrower passage area than that of the upper one 301a at a lower place than the upper one 301a. Thus it is possible to feed a well liquefied coolant to the steam passage upper part of the coolant tank tending to be lack of the low temp. condensed coolant and prevent extra liquefied coolant from effluence from the lower guide passage.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-50909

(43)公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 23/427

識別記号

片内整理番号

F I

H 0 1 L 23/46

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平8-201492

(22)出願日 平成8年(1996) 7月31日

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 長賀部 博之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

(72)発明者 川口 清司

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

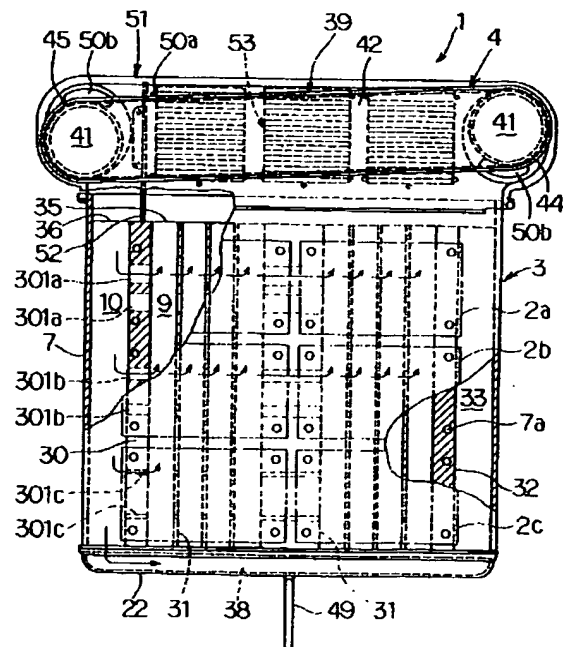
(74)代理人 弁理士 碓氷 裕彦

(54)【発明の名称】 沸騰冷却装置

(57)【要約】

【課題】 発熱体が上下方向に複数形成されているものにおいて、冷媒槽上部、下部に配設される発熱体の冷却を共に効率良く行う。

【解決手段】 IGBTモジュール2からの熱をして沸騰気化する冷媒を収容する蒸気通路9と、冷媒を冷却して凝縮液化させる放熱器4と、蒸気通路9と下部に形成される下部連通路38で連通され、放熱器4で凝縮液化された凝縮冷媒を下部連通路38を介して蒸気通路9に返戻する凝縮液通路10とを備えるものにおいて、更に、蒸気通路9と凝縮液通路10と連通する上段案内通路301a、及び上段案内通路301aより下部に上段案内通路301aよりも狭い通路面積を有する中段案内通路301bを有する。この結果、冷媒槽における低温の凝縮冷媒が不足しがちな蒸気通路9上部に、十分な液化冷媒を供給できるとともに、下方の案内通路から余分な液化冷媒が蒸気通路に流出することを防止できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高温媒体からの熱をして沸騰気化する冷媒が内部に収容され、沸騰気化した蒸気冷媒が流出する蒸気通路と、前記蒸気通路に連通され、前記蒸気通路で沸騰気化される冷媒を冷却して凝縮液化させる放熱器と、前記蒸気通路と下部に形成される下部連通路で連通され、前記放熱器で凝縮液化された凝縮冷媒を前記下部連通路を介して前記蒸気通路に返戻する凝縮液通路と、前記下部連通路よりも上方に形成されて前記蒸気通路と前記凝縮液通路と連通する第1の案内通路と、前記第1の案内通路と前記下部連通路との間に形成され前記第1の案内通路よりも狭い通路面積を有し、前記蒸気通路と前記凝縮液通路と連通する第2の案内通路とを備えることを特徴とする沸騰冷却装置。

【請求項2】 高温媒体からの熱をして沸騰気化する冷媒が内部に収容される冷媒槽、及び前記冷媒槽と連通して設けられ、前記冷媒槽で沸騰気化される冷媒を冷却して凝縮液化させる放熱器を有し、前記冷媒槽が、前記受熱された熱を吸熱して沸騰気化した蒸気冷媒が流出する蒸気通路、前記放熱器で凝縮液化した凝縮冷媒が流入する凝縮液通路、及び前記蒸気通路と前記凝縮液通路との間に配設され、前記蒸気通路と前記凝縮液通路とを下部に形成される下部連通路で連通する冷媒流制御板、を有する沸騰冷却装置であって、前記冷媒流制御板は、前記下部連通路よりも上方に形成されて前記蒸気通路と前記凝縮液通路と連通する第1の案内通路、及び前記第1の案内通路と前記下部連通路との間に形成され前記第1の案内通路よりも狭い通路面積を有し、前記蒸気通路と前記凝縮液通路と連通する第2の案内通路、を備えることを特徴とする沸騰冷却装置。

【請求項3】 前記第1の案内通路及び前記第2の案内通路は、夫々前記凝縮液通路側への開口位置よりも前記蒸気通路への開口位置の方が上方に配設されることを特徴とする請求項1または請求項2の何れかに記載の沸騰冷却装置。

【請求項4】 前記第1の案内通路及び前記第2の案内通路は、夫々複数の小穴により構成されることを特徴とする請求項1乃至請求項2の何れかに記載の沸騰冷却装置。

【請求項5】 前記凝縮液通路に配設された板状部材からなり、前記第1の案内通路及び前記第2の案内通路へ凝縮冷媒を導く複数のサイド板を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項4の何れかに記載の沸騰冷却装置。

【請求項6】 前記蒸気通路内に配設され、前記蒸気通路内を複数に分離するとともに、前記第1の案内通路に隣接した位置に、前記第1の案内通路を通過してくる凝

縮冷媒を隣接した蒸気通路内に通過させる蒸気通路内案内通路を有する支柱部材を備える請求項1乃至請求項5の何れかに記載の沸騰冷却装置。

【請求項7】 高温媒体からの熱をして沸騰気化する冷媒が内部に収容される冷媒槽、及び前記冷媒槽と連通して設けられ、前記冷媒槽で沸騰気化される冷媒を冷却して凝縮液化させる放熱器を有し、前記冷媒槽が、前記受熱された熱を吸熱して沸騰気化した蒸気冷媒が流出する蒸気通路、前記放熱器で凝縮液化した凝縮冷媒が流入する凝縮液通路、及び前記蒸気通路と前記凝縮液通路との間に配設され、前記蒸気通路と前記凝縮液通路とを区画するとともに、前記蒸気通路と前記凝縮液通路とを下部に形成される下部連通路で連通する冷媒流制御板、を有する沸騰冷却装置であって、前記冷媒流制御板は、前記下部連通路よりも上方に形成されて前記蒸気通路と前記凝縮液通路と連通するとともに、その通路面積が前記下部連通路から離れる程大きく設定される複数の案内通路を備えることを特徴とする沸騰冷却装置。

【請求項8】 高温媒体からの熱をして沸騰気化する冷媒が内部に収容される冷媒槽、及び前記冷媒槽と連通して設けられ、前記冷媒槽で沸騰気化される冷媒を冷却して凝縮液化させる放熱器を有し、前記冷媒槽は、高温媒体からの熱を受熱して前記冷媒を沸騰気化させる第1の沸騰部、及び前記第1の沸騰部よりも下方で高温媒体からの熱を受熱して前記冷媒を沸騰気化させる第2の沸騰部、を有する蒸気通路、前記放熱器で凝縮液化した凝縮冷媒が流入する凝縮液通路、及び、前記蒸気通路と前記凝縮液通路との間に配設され、前記凝縮液通路と前記第1の沸騰部との間に形成される案内通路、及び前記蒸気通路と前記凝縮液通路との下部に形成される下部連通路とを有し、前記案内通路と前記下部連通路とにより前記蒸気通路と前記凝縮液通路と連通するとともに、前記案内通路と前記下部連通路の間では前記蒸気通路と前記凝縮液通路とを分離する冷媒流制御板を備えることを特徴とする沸騰冷却装置。

【請求項9】 前記案内通路は、前記凝縮液通路側への開口位置よりも前記蒸気通路への開口位置の方が上方に配設されることを特徴とする請求項7または請求項8記載の沸騰冷却装置。

【請求項10】 前記案内通路は、複数の小穴により構成されることを特徴とする請求項7乃至請求項9の何れかに記載の沸騰冷却装置。

【請求項11】 前記凝縮液通路に配設された板状部材からなり、前記案内通路へ液化冷媒を導くサイド板を備えることを特徴とする請求項7乃至請求項10の何れかに記載の沸騰冷却装置。

【請求項12】 前記蒸気通路内に配設され、前記蒸気

通路内を複数に分離するとともに、前記案内通路に隣接した位置に、前記案内通路を通過してくる液化冷媒を隣接した蒸気通路内に通過させる蒸気通路案内通路を有する支柱部材を備える請求項7乃至請求項11の何れかに記載の沸騰冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高温媒体からの熱を吸熱して、この高温媒体を冷却する沸騰冷却装置に関し、その用途としては例えば半導体素子や電気機器等の発熱体を冷却する沸騰冷却装置等がある。

【0002】

【従来の技術】従来、高温媒体としての発熱体で発熱された熱を冷却する沸騰冷却装置が知られている。その中でも、特開昭56-147457号公報に示される沸騰冷却装置のように、冷媒槽で沸騰気化されて上昇する蒸気冷媒と、放熱器で冷却されて冷媒槽に戻る液化冷媒とのフラッシング（相互に衝突しあう現象）を防止して、効率良く熱交換を行わせる沸騰冷却装置が知られている。

【0003】つまり、特開昭56-147457号公報に示される沸騰冷却装置は、発熱体の発する熱によって沸騰気化する冷媒を収容する冷媒槽と、冷媒槽から蒸気冷媒が流出する蒸気通路と、冷媒を冷却して凝縮液化させる放熱器と、放熱器から液化冷媒を冷媒槽の下部に戻す凝縮液通路が形成されている。このように、上記凝縮液通路と蒸気通路とを設け、冷媒を循環させることで上記フラッシングを防止している。

【0004】しかしながら、特開昭56-147457号公報に示される沸騰冷却装置は、凝縮液通路が、放熱器から液化冷媒を冷媒槽の下部に戻すように形成されているため、冷媒槽の冷媒内上部では常に下部で昇温された冷媒が供給され、冷媒槽の冷媒上部に相当する部分に配置された発熱体の冷却が不十分になるという欠点がある。

【0005】この欠点を解決するものとして、例えば特開平1-103854号公報に示される沸騰冷却装置がある。同公報に示される沸騰冷却装置は、上下方向に配列された複数の発熱体が固定された冷媒槽と、冷媒槽内に収容されて発熱体の発する熱によって沸騰気化する冷媒と、冷媒を冷却して凝縮液化させる放熱器とを有している。そして冷媒槽が、蒸気冷媒が流出する蒸気通路、液化冷媒が流入する凝縮液通路、及び蒸気通路と凝縮液通路とを下部連通路で連通する冷媒流制御板を有し、さらに冷媒流制御板は、蒸気通路と凝縮液通路と連通する同一形状の複数の案内通路が上記発熱体に対応して上下方向に複数形成されている。このように特開平1-103854号公報においては、下部連通路とは別に複数の案内通路を通して凝縮液通路から蒸気通路へ低温の液化冷媒を送出することで、冷媒槽の冷媒上部に相当する部

分に配置された発熱体の冷却が不十分になることを防止している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、特開平1-103854号公報に示される沸騰冷却装置は、冷媒流制御板に、蒸気通路と凝縮液通路と連通する同一形状の複数の案内通路が、上記発熱体に対応して上下方向に複数形成されているため、下部連通路に到達する液化冷媒の量が急激に減少してしまう可能性がある。この結果、冷媒の循環が不十分になるという問題が生じ、放熱器の体格に対して放熱性能が悪いという問題があることが判った。

【0007】そこで、本発明の目的は、新規な構成にて放熱性能の悪化を防止する沸騰冷却装置を得ることである。また、本発明の他の目的は、冷媒槽の冷媒上部及び下部に相当する部分に配置された発熱体の冷却が不十分になることを防止する沸騰冷却装置を得ることである。

【0008】さらに、本発明の他の目的は、冷媒流制御板に、蒸気通路と凝縮液通路と連通する案内通路が形成されるものにおいて、下部連通路に到達する液化冷媒の量が急激に減少することを防止する沸騰冷却装置を得ることである。さらに、本発明の他の目的は、冷媒流制御板に、蒸気通路と凝縮液通路と連通する案内通路が、発熱体に対応して上下方向に複数形成されているものにおいて、下部連通路を通しての冷媒循環量を確保しつつ、冷媒槽上部に配設される発熱体の冷却も十分に行える沸騰冷却装置を得ることである。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1または請求項2記載の発明によれば、冷媒槽内に収容される冷媒が、高温媒体からの熱をして沸騰気化して蒸気冷媒となり、蒸気通路から放熱器に送出される。蒸気冷媒は放熱器で冷却されて凝縮液化し、凝縮液通路を通して冷媒槽の蒸気通路に戻り、再び高温媒体の熱を吸熱する。ここで、蒸気通路と凝縮液通路との下部に形成される下部連通路とは別に、更に下部連通路よりも上方に形成された第1の案内通路を有するため、冷媒槽の蒸気通路上部に相当する部分での冷却が不十分になることを防止できる。また、第1の案内通路と下部連通路との間に形成される第2の案内通路は、通路面積が第1の案内通路よりも狭く設定されているため、下部連通路に到達する液化冷媒の量が急激に減少することを防止できる。また、下部連通路を通しての冷媒循環量を確保しつつ、冷媒槽上部での冷却も十分に行うことができる。よって、冷媒槽の冷媒上部及び下部に相当する部分での冷却が不十分になることを防止できる。

【0010】請求項3記載の発明によれば、第1の案内通路及び第2の案内通路は、夫々凝縮液通路側への開口位置よりも蒸気通路への開口位置の方が上方に配設されるため、蒸気通路から凝縮液通路へ高温の冷媒が移動す

ることを防止できる。これにより請求項1、2記載の発明の効果に加え、更に効率良く液化冷媒を凝縮液通路から蒸気通路へ移動させることができる。

【0011】請求項4記載の発明によれば、第1の案内通路及び第2の案内通路が、夫々複数の小穴により構成されるため、請求項1、2記載の発明の効果に加え、更にその開口面積の設計が容易になるという効果がある。請求項5記載の発明によれば、凝縮液通路に複数のサイド板を備えるため、第1の案内通路及び第2の案内通路へ液化冷媒を容易に導くことができる。これにより請求項1、2記載の発明の効果に加え、更に効率良く液化冷媒を凝縮液通路から蒸気通路へ移動させることができる。

【0012】請求項6記載の発明によれば、蒸気通路内に支柱部材を備える配設することで蒸気通路内を複数に分離し、蒸気通路内における蒸気冷媒の上昇を活性化できる。この場合、支柱部材は第1の案内通路に隣接した位置に、蒸気通路内案内通路を有するため、第1の案内通路を通過してくる液化冷媒を隣接した蒸気通路内に通過させることができる。これにより、請求項1、2記載の発明の効果に加え、更に冷却特性を向上させることができる。

【0013】請求項7記載の発明によれば、冷媒流制御板は下部連通路よりも上方に形成されて蒸気通路と凝縮液通路とを連通するとともに、その通路面積が下部連通路から離れる程大きく設定される複数の案内通路を備える。この結果、冷媒槽における低温の液化冷媒が不足しがちな蒸気通路上部に、充分な液化冷媒を供給できる。また、下方の案内通路から余分な液化冷媒が蒸気通路に流出することを防止できる。これにより、下部連通路に到達する液化冷媒の量が急激に減少することを防止できる。また、案内通路は下部連通路に近づく程小さく設定されるが、蒸気通路の下方に近づくにつれて下部連通路からの液化冷媒供給量が増えるため、不足する液化冷媒量も減少してくる。従って、下部連通路を通しての冷媒循環量を確保しつつ、冷媒槽上部での冷却も十分に行うことができる。

【0014】請求項8記載の発明によれば、冷媒流制御板は凝縮液通路と第1の沸騰部との間に形成される案内通路を有し、蒸気通路と凝縮液通路との下部には下部連通路とを有する。この結果、冷媒槽における低温の液化冷媒が不足しがちな蒸気通路上部に、十分な液化冷媒を供給できる。しかしながら、案内通路と下部連通路との間では蒸気通路と凝縮液通路とを分離しているため、下方の案内通路から余分な液化冷媒が蒸気通路に流出することを防止できる。これにより、下部連通路に到達する液化冷媒の量が急激に減少することを防止できる。また、案内通路は下部連通路に近づく程小さく設定されるが、蒸気通路の下方に近づくにつれて下部連通路からの液化冷媒供給量が増えるため、不足する液化冷媒量も減

少してくる。従って、下部連通路を通しての冷媒循環量を確保しつつ、冷媒槽上部での冷却も十分に行うことができる。

【0015】請求項9記載の発明によれば、第1の案内通路及び第2の案内通路は、夫々凝縮液通路側への開口位置よりも蒸気通路への開口位置の方が上方に配設されるため、蒸気通路から凝縮液通路へ高温の冷媒が移動することを防止できる。これにより請求項7記載の発明の効果に加え、更に効率良く液化冷媒を凝縮液通路から蒸気通路へ移動させることができる。

【0016】請求項10記載の発明によれば、第1の案内通路及び第2の案内通路が、夫々複数の小穴により構成されるため、請求項7記載の発明の効果に加え、更にその開口面積の設計が容易になるという効果がある。請求項11記載の発明によれば、凝縮液通路に複数のサイド板を備えるため、第1の案内通路及び第2の案内通路へ液化冷媒を容易に導くことができる。これにより請求項7記載の発明の効果に加え、更に効率良く液化冷媒を凝縮液通路から蒸気通路へ移動させることができる。

【0017】請求項12記載の発明によれば、蒸気通路内に支柱部材を備える配設することで蒸気通路内を複数に分離し、蒸気通路内における蒸気冷媒の上昇を活性化できる。この場合、支柱部材は第1の案内通路に隣接した位置に、蒸気通路内案内通路を有するため、第1の案内通路を通過してくる液化冷媒を隣接した蒸気通路内に通過させることができる。これにより、請求項7記載の発明の効果に加え、更に冷却特性を向上させることができる。

【0018】

【実施の形態】次に、本発明の沸騰冷却装置の実施の形態を説明する。

(第1の実施の形態)図1は第1の実施の形態における沸騰冷却装置の平面図であり、図2は図1における側面図であり、図3は冷媒槽3の断面図、図4は放熱器4の断面図である。以下に図面を用いて本実施の形態を説明する。

【0019】図1に示すように、本実施の形態の沸騰冷却装置1は、高温媒体として例えば電気自動車や一般電力制御機器のインバータ回路を構成するIGBTモジュール2(2a、2b、2c)を冷却する冷却装置であり、冷媒槽3、連結管51、および放熱器4より構成される。IGBTモジュール2は、例えばボルトを用いた締め付けにより冷媒槽3の外壁面に上下方向(上段を2a、中段を2b、下段を2cと図示)に複数固定されている。IGBTモジュール2は、放熱板と冷媒槽3の外壁面との間に熱伝導性グリースを介して固定すると良い。

【0020】冷媒槽3は、例えばアルミニウム製のブロック材から押し出し成形によって得られる中空状の押出材7と、この押出材7の上下両端部の開放端を塞ぐエン

ドキャップ22とから成る。押出材7の他方の開放端は、冷媒の出入口として放熱器4に接続される。押出材7は、図3に示すように、IGBTモジュール2が取り付けられる外壁面の横幅および縦幅に対して厚み幅Wの薄い偏平形状に設けられ、また、上下方向に伸びる支柱部30（冷媒流制御板）、支柱部31（支柱部材）、支柱部32によって区画された蒸気通路9、凝縮液通路10、および非作動通路33が長手方向に貫通して形成される。支柱部30により冷媒槽3内が凝縮液通路10及び蒸気通路9に区画され、支柱部31により凝縮液通路10内が複数の分割されている。更に図1に示すように、蒸気通路9の流出口35と凝縮液通路10の流入口36とが開けられて、この位置で連結管51を介して放熱器4（放熱管39）と接続されている。

【0021】なお、押出材7は、複数の蒸気通路9、凝縮液通路10、および非作動通路33は、各支柱部30～32の上端部が削除されていることで、押出材7の上端より若干低い位置に開口しており、その各蒸気通路9の開口面と凝縮液通路10の開口面がそれぞれ蒸気冷媒の流出口35と凝縮液の流入口36として設けられている。但し、流出口35は、非作動通路33の上方に開口している。なお、非作動通路33は、押し出し加工の際に、凝縮液通路10との釣り合いを持たせるために形成されたもので、凝縮液通路10としては使用されない。従って、必ずしも非作動通路33を形成する必要はない。

【0022】また、押出材7は、図3に示すように貫通通路9、10が形成されていない支柱部30、31、32に、ボルト26aを螺着するための雌ねじ部7a（螺子孔）が形成されている。冷媒流制御板としての支柱部30は、その上方、即ち上段のIGBTモジュール2aが固定される付近に、凝縮液通路10から蒸気通路9へ凝縮液を送出する開口穴である上段案内通路301a（第1の案内通路）が形成されている。また、中段のIGBTモジュール2bが固定される付近には、上段案内通路よりも通路面積（開口面積）が小さい（狭い）中段案内通路301b（第2の案内通路）が形成されており、下段のIGBTモジュール2cが固定される付近には、中段案内通路よりも通路面積が小さい（狭い）下段案内通路301cが形成されている。なお、図1に示すように、本実施の形態では各段案内通路は略同一形状の複数の小穴からなる。

【0023】ここで、上段案内通路301aの通路面積 S_a 、を中段案内通路301bの通路面積 S_b 、下段案内通路301cの通路面積 S_c の関係の取りうる範囲は、 $S_a > S_b > S_c$ であり、好ましいのは $S_a/S_b \geq 2$ 、 $S_b/S_c \geq 2$ であり、更にその中でも好ましいのは、 $S_a/S_b \geq 3$ 、 $S_b/S_c \geq 3$ である。なお、各段案内通路が複数の小穴からなる場合、各段案内通路での合計（例えば上段案内通路301aが複数の小穴か

らなる場合、その小穴の合計が S_a とする。）が上記の関係にあれば良い。

【0024】支柱部材としての支柱部31は、上段のIGBTモジュール2aが固定される付近に、凝縮液通路10から蒸気通路9へ凝縮液を送出する開口穴である上段蒸気通路案内通路301a（蒸気通路案内通路）が形成されている。また、中段のIGBTモジュール2bが固定される付近には、上段案内通路よりも通路面積が小さい（狭い）中段蒸気通路案内通路301bが形成されており、下段のIGBTモジュール2cが固定される付近には、中段案内通路よりも通路面積が小さい

（狭い）下段蒸気通路案内通路301cが形成されている。なお、図1に示すように、本実施の形態では各段蒸気通路案内通路も略同一形状の複数の小穴からなる。

【0025】エンドキャップ22は、押出材7の両端部に一体ろう付けにより接合され、押出材7の下端面との間に蒸気通路9、凝縮液通路10、および非作動通路33をそれぞれ冷媒槽下部で連通する下部連通路38（下部連通路）を形成している。このエンドキャップ22には、図6に示すように、冷媒封入用のチューブ49が設けられており、このチューブ49を通して装置1内の洗浄、冷媒の注入、および脱気が行われる。なお、脱気は、冷媒を注入した後、装置1全体を上下反転させて放熱器4を温水槽（冷媒の飽和蒸気圧が大気圧以上となる温度に保ったもの）に入れて、装置1内の冷媒を気化させて空気を追い出す（冷媒ガスは空気より重い）ことにより行われる。脱気した後、チューブ49の端部をかしめて溶接等により封じ切ることで装置1内に冷媒が封入される。

【0026】放熱器4は、碗型（底面とその周囲で曲げ起こし形成された形状）の連結管51を介して冷媒槽3に接続されている。また、その平面図は図4に示されるように、抜き穴形成させた小口径開口部41（小口径部分、調整口）が形成されている。ここで、小口径開口部41は直径 r_2 を有しており、この周囲には直径 r_1 （但し、 $r_1 > r_2$ ）大口径開口部（大口径部分）が形成されている。

【0027】放熱器4は、所謂ドロンカップタイプの熱交換器で、図4に示すような、同一形状を成す放熱管39を複数積層して構成されている。放熱管39は、平面形状が略矩形状を成す図5（a）、（b）に示す2枚の成形プレート40より成り、各成形プレート40の外周縁部を接合して中空体に形成されている。ここで、図5（a）は成形プレート40の側面図であり、同図（b）は成形プレート40の平面図である。2枚の成形プレート40は、熱伝導性の良好な金属材料（例えばアルミニウム材）をプレス成形して同一形状に設けられて、両端部に小口径開口部41が開けられている。

【0028】この放熱管39は、その中央部全体が偏平な冷媒通路42となり、この冷媒通路42が複数形成さ

れている。また、冷媒通路42の両端には、それぞれ前記の小口径開口部41を有する流入側連通部44と流出側連通部45とが設けられている。流入側連通部44、流出側連通部45は、小口径開口部41を通じて各々他の放熱管39の流入側連通部44、流出側連通部45と接続されて放熱器4全体のタンク部を構成している。また、別の見方をすれば、流入側連通部44は2枚の成形プレート40で構成される流入側連通室が、複数積層されており、流出側連通部45は2枚の成形プレート40で構成される流出側連通室が、複数積層されていることになる。そして、抜き穴形成させた小口径開口部41は、隣接した流入側連通室間の冷媒浸入量を調整する調整口の役割も果たす。

【0029】各放熱管39は、図4に示すように、互いの流入側連通部44同士および流出側連通部45同士を合わせて積層されて、各連通部44、45に開口する小口径開口部41を通じて互いに連通し、積層された各放熱管39の間には放熱フィン16が介在されている。但し、最も外側に位置する放熱管39の外側の成形プレート40には小口径開口部41が設けられていない。あるいは、小口径開口部41を開けた成形プレート40を使用した場合でも、成形プレート40の外側から端板(図示しない)等で連通口41を塞いでも良い。

【0030】連結管51は、押出材7に形成された流入口36と流出口35とを覆って押出材7の上部に気密に接合されている。連結管51は、その内部がセパレータ52によって冷媒槽3の流出口35に通じる流入室(図示しない)と流入口36に通じる流出室(図示しない)とに区画されている。そして流入室には複数のインナフィン53が挿入されている。各インナフィン53は、図2に示すように、プレート50に設けられた複数の位置決め用リブ50aによって支持されている。

【0031】連結管51は、その押出材7の外壁面との間に、流出口35を通じて各蒸気通路9および非作動通路33と連通する一方の連通室46と、流入口36を通じて凝縮液通路10と連通する他方の連通室47とを形成している。但し、一方の連通室46と他方の連通室47は、インナフィン43が設置された冷媒通路42を通じて連通している。但し、連結管51は、各放熱管39を流入側連通部44の方が流出側連通部45より高い位置になる様に全体が傾斜した状態で取り付けられている。なお、連結管51に設けられたリブ50bは、放熱管39との接合面を補強する補強用リブとして機能している。

【0032】以下に、本実施の形態における各案内通路の形成方法を図6を用いて簡単に説明する。以下の形成方法は、特に厚み幅Wが薄く支柱部30の幅(図面の蒸気通路9と凝縮液通路10との間の幅)が長く、ドリル等では中空内部からの加工が困難な場合に有効である。図6において、まず、押出材7の各案内通路の形成予定位置に、押出材7の外側からドリル等で円形穴303を

形成する。この場合、円形穴径は所望通路面積となるように、上段、中段、下段の順に小さくなるように開ける。その深さは、押出材7を突き抜けないように設定することが望ましい。また、円形穴は、中段案内通路及び下段案内通路位置に示すように、案内通路形成形状に沿って複数箇所開けても良い。そして、円形穴303形成後、その円形穴303を通して支柱部30を削って貫通穴からなる案内通路301を形成する。凝縮液通路10及び蒸気通路9を連通させる。最後にこの円形穴303にキャップ等をはめ込み、例えばろう付け等で封止することで、案内通路301a、301b、301cを形成できる。

【0033】次に、第1の実施の形態の作用・効果を説明する。IGBTモジュール2から発生した熱が伝わって沸騰した冷媒は、気泡となって各蒸気通路9内を上昇し、冷媒槽3の流出口35から連結管51の流入室へ流入した後、さらに流入室から各放熱管39の流入側連通部44へ流入して各放熱管39の冷媒通路42へ分配される。各冷媒通路42を流れる蒸気冷媒は、冷媒通路42の内壁面およびインナフィンの表面に凝縮して凝縮潜熱を放出し、液滴となって冷媒通路42の底面を流れながら各放熱管39の流出側連通部45へ流入する。その後、流出側連通部45から連結管51の流出室へ流れ出た凝縮液は、冷媒槽3の流入口36から凝縮液通路10に流入して凝縮液通路10を流下した後、エンドキャップ内の下部連通路38を通して再び各蒸気通路9に供給される。一方、蒸気冷媒が凝縮する際に放出された凝縮潜熱は、冷媒通路42の壁面から放熱フィン16へ伝わって、各放熱管39の間を通過する送風空気に放出される。

【0034】ここで、支柱部30(冷媒流制御板)は下部連通路38よりも上方に形成されて蒸気通路9と凝縮液通路10と連通する上段案内通路301a(第1の案内通路)を備える。この結果、冷媒槽における低温の液化冷媒が不足しがちな蒸気通路上部に、上段案内通路301aを介して十分な液化冷媒を供給できる。また、上段案内通路301aよりも下方の案内通路である中段案内通路301bは、その通路面積が上段案内通路301aよりも小さく設定してあるため、中段案内通路301bから余分な液化冷媒が蒸気通路に流出することを防止できる。これにより、下部連通路に到達する液化冷媒の量が急激に減少することを防止できる。ここで、案内通路は下部連通路に近づく程小さく設定されるが、蒸気通路の下方に近づくにつれて下部連通路からの液化冷媒供給量が増えるため、不足する液化冷媒量も減少していく。従って、下部連通路を通しての冷媒循環量を確保しつつ、冷媒槽上部での冷却も十分に行うことができる。つまり、冷媒槽の冷媒上部及び下部に相当する部分での冷却が不十分になることをともに防止できる。

【0035】また、上段、中段の案内通路が、夫々複数

の小穴により構成されるため、更にその開口面積の設計が容易になる。更に、蒸気通路9内に支柱部材としての支柱部31を配設することで蒸気通路内を複数に分離し、蒸気通路9内における蒸気冷媒の上昇を活性化できる。この場合、支柱部31は上段案内通路301aに隣接した位置に、上段蒸気通路案内通路を有するため、上段案内通路301aを通過してくる液化冷媒を隣接した蒸気通路内に通過させることができる。

【0036】なお、図3において、厚み幅Wが比較的に厚く支柱部30の幅(図面の蒸気通路9と凝縮液通路10との間の幅)が短い場合は、ドリル等で中空内部から加工しても良い。

(第2の実施の形態)以下に本発明における第2の実施の形態の沸騰冷却装置1を図7を用いて説明する。

【0037】図7は第2の実施の形態における沸騰冷却装置1の正面図である。以下に図1の沸騰冷却装置との相違点を中心に本実施の形態の沸騰冷却装置を説明する。本実施の形態において図1に示した実施の形態と同一もしくは均等の動作を有する部分には、図1と同一符号を付し、その説明は省略する。本実施の形態の押出材7は、図7に示すように、上下方向に伸びる支柱部30(冷媒流制御板)、支柱部32によって区画された蒸気通路9、凝縮液通路10、および非作動通路33が長手方向に貫通して形成される。支柱部30により冷媒槽3内が凝縮液通路10及び蒸気通路9に区画されている。

【0038】冷媒流制御板としての支柱部30は、その上方、即ち上段のIGBTモジュール2aが固定される付近に、凝縮液通路10から蒸気通路9へ凝縮液を送出する開口穴である上段案内通路301a(第1の案内通路)が開口幅d1で形成されている。また、中段のIGBTモジュール2bが固定される付近には、上段案内通路よりも通路面積が小さい(狭い)中段案内通路301b(第2の案内通路)が開口幅d2で形成されている。更に、下段のIGBTモジュール2cが固定される付近には、中段案内通路よりも通路面積が小さい(狭い)下段案内通路301cが開口幅d3形成されている。ここで、開口幅d1、d2、d3の間には $d1 > d2 > d3$ の関係がある。即ち、各案内通路は、その通路面積が下部連通路38から離れる程大きく設定されている。

【0039】そして、この上段案内通路301a、中段案内通路301b、下段案内通路301cは、夫々凝縮液通路10側への開口位置よりも蒸気通路9への開口位置の方が上方になるように配設されている。なお、図1に示す実施の形態と同様に、各案内通路は略同一形状の複数の小穴からなっても良い。また、支柱部30における凝縮液通路10側には、各案内通路の開口部の直下付近に、凝縮液通路10から各案内通路内に液化冷媒を導くサイド板302が配設されている。

【0040】なお、本実施の形態における冷媒槽3は、2枚の薄板7を貼り合わせるにより形成されている

(図示せず)。そして、支柱部30、32を薄板7とは別部材で構成する。この場合、支柱部30に図示の案内通路301a、301b、301cを形成し、上記サイド板302を取付ける。この後、支柱部30、32を挟んだ状態で各薄板7を貼り合せ、加熱により支柱部30、32及び薄板7を固着する。

【0041】次に、第2の実施の形態の作用・効果を説明する。本実施の形態においても第1の実施の形態と同様な効果を得ることができる。即ち、通路面積が下部連通路38から離れる程大きく設定される案内通路(上段案内通路301a)を備える。この結果、冷媒槽における低温の液化冷媒が不足しがちな蒸気通路上部に、上段案内通路301aを介して十分な液化冷媒を供給できる。また、上段案内通路301aよりも下方の案内通路である中段案内通路301bは、その通路面積が上段案内通路301aよりも小さく設定してあるため、中段案内通路301bから余分な液化冷媒が蒸気通路に流出することを防止できる。これにより、下部連通路に到達する液化冷媒の量が急激に減少することを防止できる。ここで、案内通路は下部連通路に近づく程小さく設定されるが、蒸気通路の下方に近づくにつれて下部連通路からの液化冷媒供給量が増えるため、不足する液化冷媒量も減少してくる。従って、下部連通路を通しての冷媒循環量を確保しつつ、冷媒槽上部での冷却も十分に行うことができる。

【0042】更に、本実施の形態は上段案内通路301a、中段案内通路301b、下段案内通路301cは、夫々凝縮液通路10側への開口位置よりも蒸気通路9への開口位置の方が上方になるように配設されているため、蒸気通路9から凝縮液通路10へ高温の冷媒が移動することを防止できる。これにより更に効率良く液化冷媒を凝縮液通路から蒸気通路へ移動させることができる。

【0043】また、凝縮液通路10に複数のサイド板302を備えるため、各案内通路へ液化冷媒を容易に導くことができる。これにより更に効率良く液化冷媒を凝縮液通路から蒸気通路へ移動させることができる。

(第3の実施の形態)以下に本発明における第3の実施の形態の沸騰冷却装置1を図8を用いて説明する。

【0044】図8は第3の実施の形態における沸騰冷却装置1の正面図であり、図9(a)、(b)は図8におけるA-A'断面図である。以下に図1の沸騰冷却装置との相違点を中心に本実施の形態の沸騰冷却装置を説明する。本実施の形態において図1に示した実施の形態と同一もしくは均等の動作を有する部分には、図1と同一符号を付し、その説明は省略する。

【0045】本実施の形態の押出材7は、図8に示すように、上下方向に伸びる支柱部30(冷媒流制御板)、支柱部32によって区画された蒸気通路9、凝縮液通路10、および非作動通路33が長手方向に貫通して形成

される。支柱部30により冷媒槽3内が凝縮液通路10及び蒸気通路9に区画されている。冷媒流制御板としての支柱部30は、その上方、即ち上段のIGBTモジュール2aが固定される付近に、凝縮液通路10から蒸気通路9へ凝縮液を送出する開口穴である上段案内通路301(案内通路)が形成されている。また、上段案内通路301と下部連通路38との間には、案内通路は形成されず凝縮液通路10と蒸気通路9とを分離している。

【0046】図9(a)に示すように上段案内通路301は単穴でも良いし、同図(b)に示すように略同一形状の複数の小穴からなっても良い。複数の小穴は、図示のように同一高さに平行に形成されても良いし、図1のように異なる高さに形成されても良い。また、複数の小穴は異なる開口面積であっても良い。次に、第3の実施の形態の作用・効果を説明する。

【0047】本実施の形態においても第1の実施の形態と同様な効果を得ることができる。即ち、冷媒流制御板としての支柱部30は、その上方、即ち上段のIGBTモジュール2aが固定される付近に、凝縮液通路10から蒸気通路9へ凝縮液を送出する開口穴である上段案内通路301(案内通路)が形成されている。この結果、冷媒槽における低温の液化冷媒が不足しがちな蒸気通路上部に、上段案内通路301aを介して十分な液化冷媒を供給できる。

【0048】また、上段案内通路301と下部連通路38の間では蒸気通路9と凝縮液通路10とを分離しているため、下方から余分な液化冷媒が蒸気通路9に流出することを防止できる。これにより、下部連通路38に到達する液化冷媒の量が急激に減少することを防止できる。また、案内通路301は下部連通路38に近い部分で形成されないが、蒸気通路9の下方に近づくにつれて下部連通路38からの液化冷媒供給量が増えるため、不足する液化冷媒量も減少してくる。従って、下部連通路38を通しての冷媒循環量を確保しつつ、冷媒槽上部での冷却も十分に行うことができる。

【0049】(第4の実施の形態)以下に本発明における第4の実施の形態の沸騰冷却装置1を図10を用いて説明する。図10は第4の実施の形態における沸騰冷却装置1の正面図である。以下に図1の沸騰冷却装置との相違点を中心に本実施の形態の沸騰冷却装置を説明する。本実施の形態において図1に示した実施の形態と同一もしくは均等の動作を有する部分には、図1と同一符号を付し、その説明は省略する。

【0050】本実施の形態においては、案内通路301が連結管51内を区画するセパレータ52に形成されている。この案内通路301は、押出材7の流出口35よりも上部で、更に連結管における連通口41よりも下部に形成される。案内通路301は、単穴でも良いし複数の小穴からなっても良い。この場合、複数の小穴は同一高さに平行に形成されても良いし、異なる高さに形成さ

れても良い。また、複数の小穴は異なる開口面積であっても良い。

【0051】次に、第4の実施の形態の作用・効果を説明する。本実施の形態においても第3の実施の形態と同様な効果を得ることができる。即ち、冷媒流制御板としてのセパレータ52は案内通路301が形成されているため、冷媒槽における低温の液化冷媒が不足しがちな蒸気通路上部に、案内通路301を介して十分な液化冷媒を供給できる。

【0052】また、案内通路301と下部連通路38の間では蒸気通路9と凝縮液通路10とを分離しているため、下方から余分な液化冷媒が蒸気通路9に流出することを防止できる。これにより、下部連通路38に到達する液化冷媒の量が急激に減少することを防止できる。また、案内通路301は下部連通路38に近い部分で形成されないが、蒸気通路9の下方に近づくにつれて下部連通路38からの液化冷媒供給量が増えるため、不足する液化冷媒量も減少してくる。従って、下部連通路38を通しての冷媒循環量を確保しつつ、冷媒槽上部での冷却も十分に行うことができる。

【0053】(実施の形態のその他の効果)上記第1乃至第4の実施の形態においては、冷媒槽3の内部が蒸気通路9と凝縮液通路10に区画されているため、冷媒槽3内での蒸気冷媒と液化冷媒との流れを明確に分けることができる。これにより、沸騰冷媒と液化冷媒とが衝突する所謂フラッシングを防止して、高い放熱性能を得ることができる。また、蒸気通路9と凝縮液通路10とを区画したことにより、凝縮液通路10内の冷媒は、IGBTモジュール2から伝導する熱によって直接加熱されることがないため、蒸気通路9内の冷媒と比べて低温となっている。そして、この低温の冷媒が案内通路301、301a~301cの何れかを通って順次凝縮液通路10から蒸気通路9へ供給されることにより、効率良くIGBTモジュール2の冷却を行なうことができる。

【0054】また、放熱量が増大すると流出口35へは多くの気泡を含んだ冷媒(気相と液相が混合した状態の冷媒)が上昇してくる。ここで、図4において流入側連通路44がストレート(同一径)であると、冷媒通路へも多くの液相冷媒が浸入してくる。気泡表面は液膜で構成されるので、その時の冷媒通路42の入口近傍は液相で満たされてしまう。この場合、熱伝達は凝縮熱伝達でなく、強制対流熱伝達で行われることになる。強制対流熱伝達は、凝縮熱伝達に比べて熱伝達率が劣るため、放熱特性が低下してしまう。しかしながら、上記第1乃至第4の実施の形態においては、流入側連通路に小口径部の小口径開口部41を設けたため、冷媒通路42への液相冷媒の浸入を抑制できる。この結果、冷媒通路42内で凝縮熱伝達によって熱の伝達を行うことができ、放熱性能の低下を防止できる。さらに、小口径開口部を設けることにより、各冷媒通路42への冷媒の流入の偏りを

防止でき、更には各冷媒通路42への冷媒を均等に分配する効果も有し、これらによっても放熱性能の低下を防止できる。なお、本実施の形態においては、高温媒体として発熱体を用いて説明したが、高温媒体としては例えば高温気体、高温液体等の高温流体であっても良い。この場合、例えば本実施の形態における半導体素子取付け部分に吸熱フィンを配設する。そして発熱体等を遠隔した場所に配置し、その発熱体を取り巻く高温流体を循環させ、吸熱フィンで高温流体の熱を奪うことで高温流体を冷却する。これにより、高温流体を介して発熱体を冷却することができる。

【0055】また、上記第1、第3、第4の実施の形態における冷媒槽3は、第2の実施の形態のように、2枚の薄板7を貼り合わせることで形成しても良い。また、上記第1乃至第4の実施の形態における冷媒槽3は、支柱部30部分を形成しないように押し出し形成し、その後、別部材にて形成された支柱部30をその冷媒槽3内に挿入し、その後、熱処理で当該押出材内壁と支柱部30を固着させて形成させても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における沸騰冷却装置の側面図である。

【図2】図1に示した沸騰冷却装置の側面図である。

【図3】図1に示した沸騰冷却装置の冷媒槽の断面図である。

【図4】図1に示した沸騰冷却装置の放熱器の断面図である。

【図5】(a)は放熱管を構成する成形プレート10の側面図であり、(b)は(a)の平面図である。

【図6】図1に示した沸騰冷却装置の製造工程を示す図である。

【図7】第2の実施の形態における沸騰冷却装置の正面図である。

【図8】第3の実施の形態における沸騰冷却装置の正面図である。

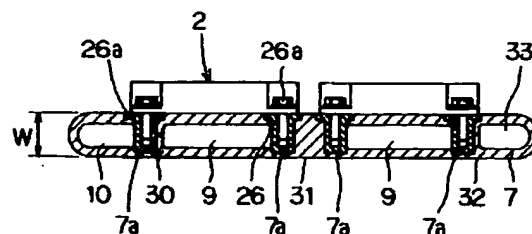
【図9】(a)、(b)は図8に示した沸騰冷却装置のA-A'断面図である。

【図10】第4の実施の形態における沸騰冷却装置の正面図である。

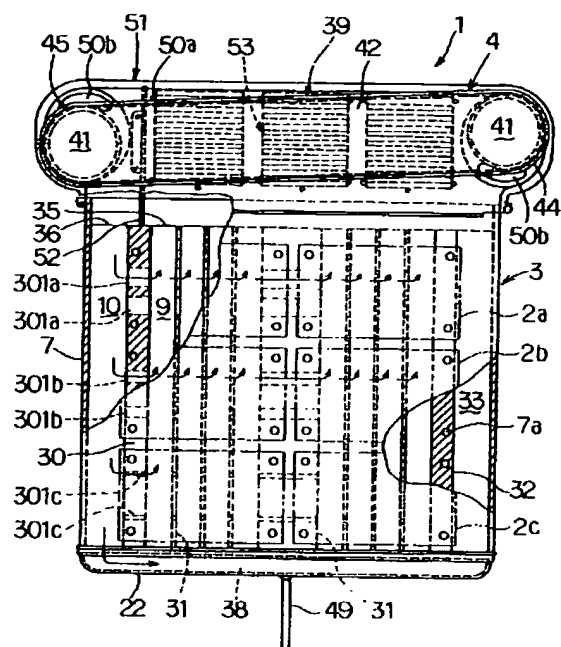
【符号の説明】

- 1 沸騰冷却装置
- 10 凝縮液通路
- 16 放熱フィン
- 2, 2a~2c IGBTモジュール(高温媒体)
- 22 エンドキャップ
- 26a ボルト
- 3 冷媒槽
- 30 支柱部(冷媒流制御板)
- 301 案内通路
- 301a 上段案内通路(第1の案内通路)
- 301b 中段案内通路(第2の案内通路)
- 301c 下段案内通路
- 302 サイド板
- 303 円形穴
- 31 支柱部(支柱部材)
- 32 支柱部
- 33 非作動通路
- 35 流出口
- 36 流入口
- 38 下部連通路
- 39 放熱管
- 4 放熱器
- 40 成形プレート
- 41 小口径開口部
- 42 冷媒通路
- 44 流入側連通部
- 45 流出側連通部
- 46 一方の連通室
- 47 他方の連通室
- 49 チューブ
- 50 プレート
- 50a リブ
- 51 連結管
- 52 セパレータ(冷媒流制御板)
- 53 インナフィン
- 6 ボルト
- 7 押出材
- 7a 雌ねじ部
- 9 蒸気通路

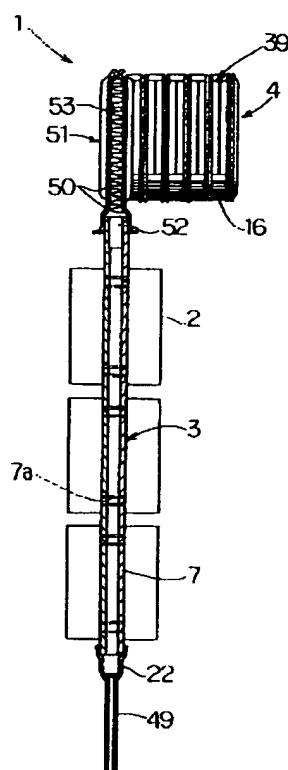
【図3】



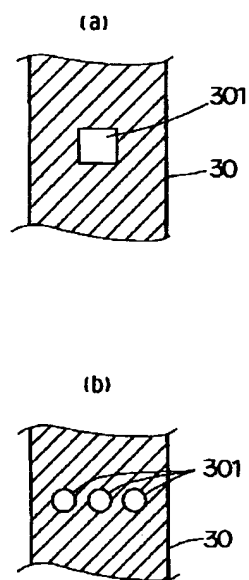
【図1】



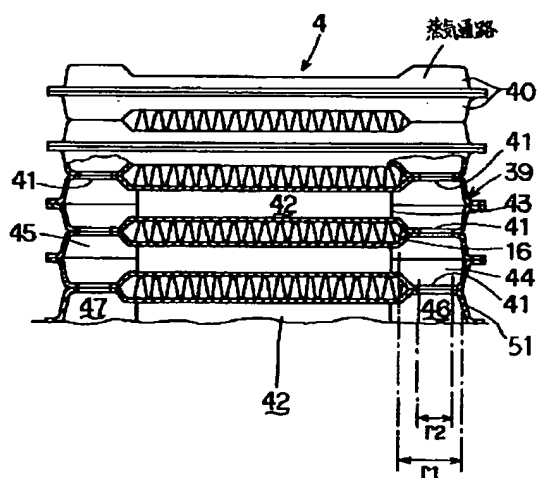
【図2】



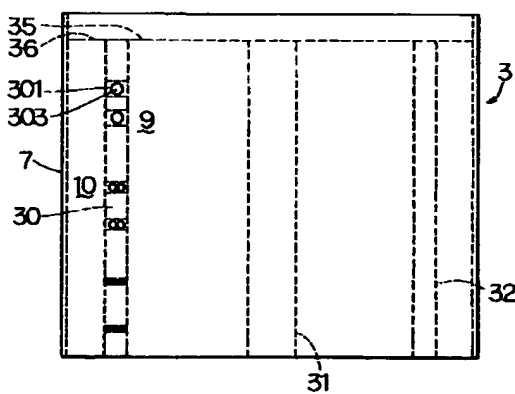
【図9】



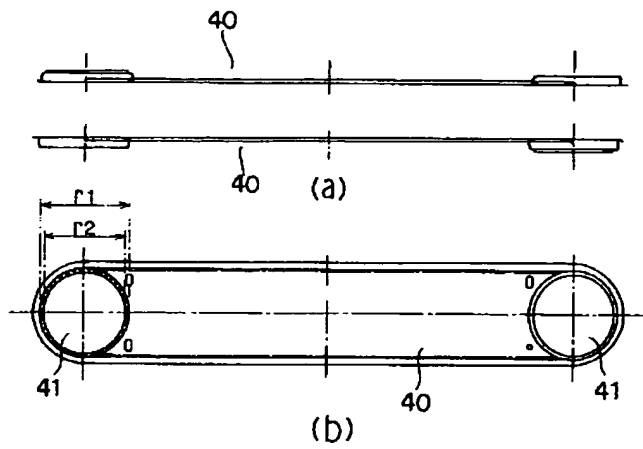
【図4】



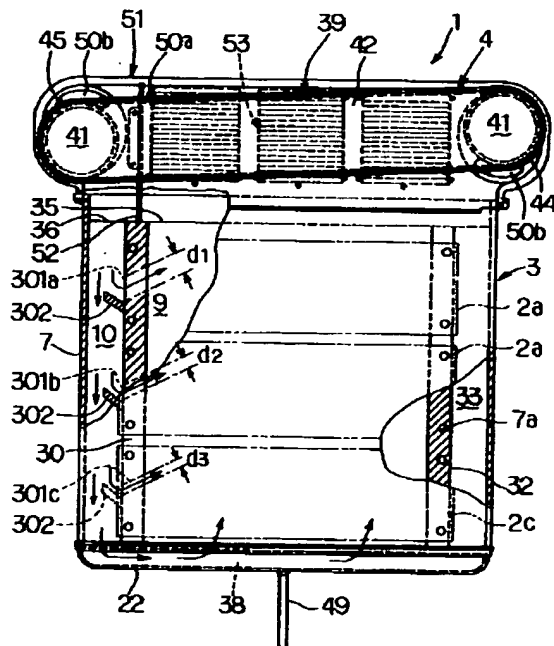
【図6】



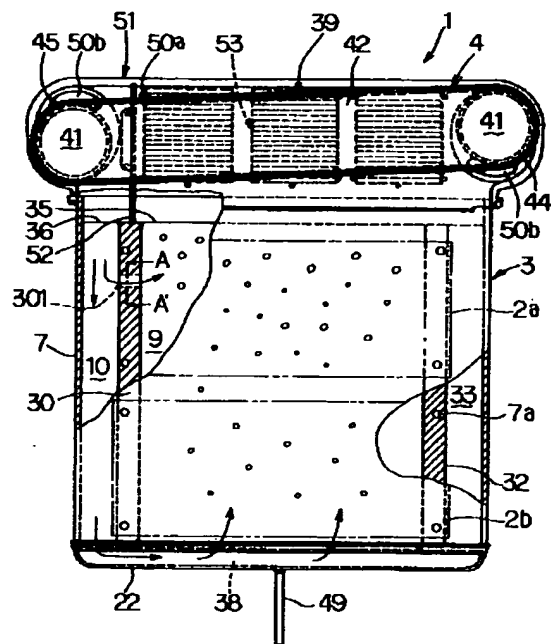
【図5】



【図7】



【図8】



【図10】

